

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 05090600 A

(43) Date of publication of application: 09.04.93

(51) Int. Cl

H01L 29/788

H01L 29/792

(21) Application number: 03205875

(71) Applicant: ROHM CO LTD

(22) Date of filing: 16.08.91

(72) Inventor: NAKAMURA TAKASHI

(54) FERROELECTRIC DEVICE

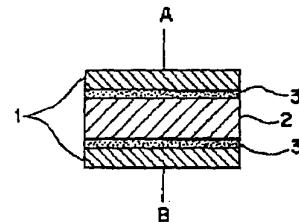
This construction makes it possible to reduce film fatigue accompanying polarization inversion.

(57) Abstract:

PURPOSE: To relax strain on the interface and reduce film fatigue in a ferroelectric device by interposing an intermediate layer aimed at stress relaxation between a ferroelectric and a conductor.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

CONSTITUTION: An intermediate layer 3 is interposed between a conductor electrode 1 and a ferroelectric substrate 2 in order to relax interface stress where the conductor electrode 1, the intermediate layer 3, the ferroelectric substrate 2 and the conductor electrode 1 are consecutively stacked in structure. As a result, it is preferable that the intermediate layer 3 is provided with identical or similar structure to perovskite structure of the ferroelectric substrate 2 and produces displacement polarization in a direction identical to the ferroelectrics by its electric field. It is more preferable that its elastic properties be weak and, what is more, its residual polarity is 0 or an approximate value to 0. More specifically, the intermediate layer 3 made of SrTiO<sub>3</sub> is stacked on the upper and the lower sides of the ferroelectrics having spontaneous polarization induced by displacement polarization. The conductor layer 1 is further stacked thereon in structure so that a ferroelectric device may be created.





(19)日本特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-90600

(43)公開日 平成5年(1993)4月9日

(51)Int.Cl.\*

H 01 L 29/788  
29/792

識別記号

府内整理番号

F I

技術表示箇所

8225-4M

H 01 L 29/78

371

審査請求 未請求 請求項の数1(全4頁)

(21)出願番号

特願平3-205875

(22)出願日

平成3年(1991)8月16日

(71)出願人 000116024

ローム株式会社

京都府京都市右京区西院溝崎町21番地

(72)発明者 中村 幸

京都府京都市右京区西院溝崎町21番地 ローム株式会社内

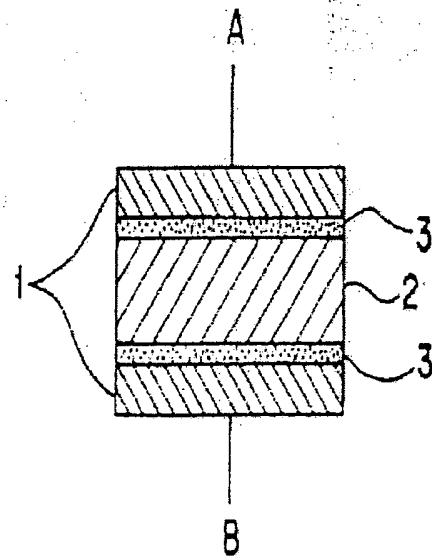
(74)代理人 弁理士 安村 高明 (外1名)

(54)【発明の名称】強誘電体デバイス

(60)【要約】 (修正有)

【目的】強誘電体層の導電体との界面での膜疲労を減少させる。

【構成】強誘電体デバイスを構成する導電体と強誘電体層2間に膜疲労を緩和する中間層3を形成する。



### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 変位分極による自発分極を持つ強誘電体又は強誘電体薄膜を、一对の導電体基板又は導電体薄膜の間に介在させた構造の強誘電体デバイスにおいて、前記強誘電体と導電体の間に、強誘電体と同じ方向に変位分極を生じて常温で残留分極が0になるペロブスカイト構造を持つ界面における応力緩和用の中間層を夫々介在させることを特徴とする強誘電体デバイス。

### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、強誘電体メモリー等、強誘電体の分極反転を利用する強誘電体デバイス、特にコンデンサーに関し、界面での歪み応力を緩和してその特性を向上せんとするものである。

#### 【0002】

【従来の技術】 従来、この種のコンデンサーにおいて、第1図に示す如く、強誘電体2の結晶面傾向を良くするために、導電体電極2としてF.C.C.金属(主にP<sub>t</sub>)が使われている例が多い。例えばPZTと電極の間にTa2O<sub>5</sub> (ε<sub>r</sub>≈25)を形成するという提案があるが、Ta2O<sub>5</sub> (ε<sub>r</sub>≈25)では誘電率がまだ小さく、反転電圧が高くなってしまう上に、PZTとは結晶性が全く異なるために結晶性の悪化に結がる欠点があった。

#### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、従来技術において分極反転による膜疲労は、主に膜の配向性が原因であると考えられてきた。最近配向性を良くしても膜疲労の解決にはならないという発表もある。ペロブスカイト型の強誘電体(PZT等)は変位分極を起こすため、Pt等、変位分極を起こさないものとの間の界面で歪みが生じる。この歪みが原因となりその界面において格子破壊等が発生して膜疲労に結がると考えられる。本発明は、上記の如き従来のコンデンサーに生じる界面での歪みを緩和し膜疲労を減少させることを目的とするものである。

#### 【0004】

【0004】 本発明は、上記従来の問題点を解決すべく、この種強誘電体デバイスにおいて、その界面の歪みを緩和し膜疲労を減少させることを目的とするものである。

#### 【0005】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、本発明は、変位分極による自発分極を持つ強誘電体を一对の導電体ではさむコンデンサーにおいて、強誘電体と各導電体間に応力緩和を目的とする中間層として、強誘電体層と同じ、又は類似するペロブスカイト構造を有し、かつ電界によって同じ方向に変位分極を生じ、さらに弾性の弱く、かつ又、常温等の動作温度において残留分極が0又はそれに近い値をとるもの介在させることを特徴とする強誘電体デバイスを提供せんとするものである。

#### 【0006】 上記の如き構成で導電体と強誘電間に歪み

の緩和層を形成する中間層の材質として好ましい条件は、電界により変位分極を発生し、常誘電体、反強誘電体のように変位による自発分極が0又はそれに近く、かつ弾性が弱くで強誘電体と分子構造が類似して、さらに誘電率が高いものか好ましい。

【0007】 中間層は、例えば、強誘電体にPZT (PbZr<sub>x</sub>Ti<sub>1-x</sub>O<sub>3</sub>)を用いたときに、上記の条件にあてはまるものとしては、SrTiO<sub>3</sub> (常誘電性)や反強誘電体であるPbZrO<sub>3</sub>のようにペロブスカイト構造やそれに類似の構造を有するもので、常誘電体、反強誘電体のような残留分極が0かそれに近いもの(動作温度において)が挙げられる。

#### 【0008】

【作用】 上記の如く、本発明の強誘電体デバイスの中間層としてSrTiO<sub>3</sub>を用いると、SrTiO<sub>3</sub>は比誘電率が200程度のものであるために、シリコン酸化膜の約50倍シリコン酸化膜の約30倍の膜厚であっても同程度のVFを得ることができるものであり、又このために微細化による面積の低減にも有利になる。

【0009】 したがって、本発明は、分極反転とともに膜疲労を減少させることにより、例えばそれを利用するメモリー素子の書き換え可能回数が増加する一方、又、外部電界が0のとき、界面での応力が緩和されるためデータ保持時間が長くなる。

#### 【0010】

【実施例】 以下、本発明にかかる強誘電体デバイスの実施例を図面を参照して説明する。図2乃至図5において、4は半導体基板、7は不純物注入層、5は絶縁膜、2は半導体基板4上に設けた強誘電体、3は該強誘電体層2の上部及び下部に設けた一对の応力緩和のSrTiO<sub>3</sub>よりなる中間層にして、1は該中間層3のさらに外側に設けた一对の導電体電極である。6は緩和層、8はゲート電極、9はゲート酸化膜である。

【0011】 図2は、単独のコンデンサーを示し、導電体電極1、中間層3、強誘電体基板2、中間層3、導電体電極1を順次積み重ねた構造を持つものである。

【0012】 上記の如き構成のコンデンサーで、導電体電極1と強誘電体基板2との間に介在せる中間層3は界面における応力の緩和を目的とするもので、この中間層に用いる物質の条件としては、強誘電体と同じ、又は類似するペロブスカイト構造をとり、又、電界によって強誘電体と同じ方向に変位分極を生じ、かつ弾性の弱いもので、しかも動作温度において残留分極が0又はそれに近い値をとるものか好ましい。本発明に用いる中間層としては、例えば、強誘電体にPZT (PbZr<sub>x</sub>Ti<sub>1-x</sub>O<sub>3</sub>)を用いたときに上記の如き条件にあてはまるものとしては、SrTiO<sub>3</sub> (常誘電性)や反強誘電体であるPbZrO<sub>3</sub>のようにペロブスカイト構造やそれに類似の構造を有するもので、常誘電体、反強誘電体のような残留分極が動作温度において0かそれに近いも

のが挙げられる。

【0013】上記の如き構造のコンデンサーとしての強誘電体デバイスで、分極による導電体、強誘電体、中間層の変位をそれぞれ、 $X_M$ 、 $X_F$ 、 $X_B$ とすると、それによる歪みとしてそれぞれの界面で、  
導電体-中間層  $| X_M - X_B | \neq X_B \dots (i)$   
中間層-強誘電体  $| X_B - X_F | \dots (ii)$   
に相当する歪みが生じる。 $(ii)$ より $X_B$ が $X_F$ に近い程、強誘電体にかかる歪みが緩和されることがわかる。逆に、 $(i)$ は $X_B$ が大きい程歪みが大きくなるが、 $(i)$ では直接分極反転に関与しない界面である。このような強誘電体コンデンサーの構造では分極を反転させると分極を反転させない時よりだんぜん大きくなる事を考えると、 $X_B$ は少々大きくなつても $(i)$ 、 $(ii)$ の界面では膜疲労に大きな影響はないものと考えられる。

【0014】外部電界を0にしたときに変位による分極が0でないということは中間層も分極反転することになり、中間層と導電体間の界面に、中間層を形成しない時と同様な歪みが発生するために効果がなくなるので、本発明の如く中間層に動作温度において残留分極が0又はそれに近い値のものを用いることによって上記の問題はなくなる。

$$VF = VO - 2VB = VO - 2Q/CB = VO - 2QdB/\epsilon_B \epsilon_0 A_B \dots (iii)$$

$\epsilon_0$  : 真空の誘電率

$\epsilon_B$  : 中間層の比誘電率

$d_B$  : 中間層の電極間距離(膜厚)

$A_B$  : 中間層の(電極)面積

となり、 $\epsilon_B$ が大きくなる程 $VF$ は大きくなることがわかる。強誘電体が分極反転するためには、ある程度の $V_F$ が必要となり、又、 $V_F$ が大きい程分極反転速度が速くなるというメリットもある。従来技術における $T_{a2} 0.5$  ( $\epsilon_B \approx 25$ ) もまた誘電率が十分大きいとは言えず、 $S_{rT} 103$  ( $\epsilon_B \approx 200$ ) の様に高誘電率な特質と比較すると約8分の1の膜厚にしなければ同程度の $V_F$ を得ることができない。又、微細化による面積の低減にも有利である。このことより、本発明に用いる中間層の材料としては誘電率の大きい物質が好ましい。

【0018】図4は実際に半導体基板4の上に図2と同様の構造をもつ積層したコンデンサーを設けたものの断面図である。又、図5は中間層を用いて半導体基板4の上にトランジスタと同じ図2と同様の構造をもつコンデンサーを作成したメモリー素子の一例である。

【0019】

【発明の効果】上記実施例に詳記した如く、本発明は、変位分極による自発分極を持つ強誘電体の上下に $S_{rT} 103$ よりなる中間層を積層し、さらにその上に導電体を積層する構造にして、強誘電体と導電体間に応力緩和を目的とする中間層を介在させた構造を持つ強誘電体デ

【0015】さらに、外部電界0において $X_B = 0$ とすると、 $(i)$ 、 $(ii)$ において $(ii)$ の界面にのみ $X_F$ に相当する歪みが残る。この歪みは応力によるものであるので中間層を形成する膜の弾性に依存している。PtのようなF.C.C構造の金属に弾性が強いので強誘電体の分極変位に対する応力が強くなり分極の保持特性が悪くなるので、本発明の如く中間層として弾性の弱いものを形成することによりその応力が小さくなり分極の保持特性が改善されることになる。

【0016】又、さらに、中間層に強誘電体の構造と全く異なる構造のものを用いた場合には、面配置や格子間距離に不整合が生じ、強誘電体の結晶性、界面状態等が悪化し、膜疲労の大きな原因になると考えられるが、本発明の如く緩和層に強誘電体と同じ又は類似した構造を選択することにより上記の問題は改善できると考えられる。

【0017】上記の如き構造をもつ、すなわち、図2に示す構造の強誘電体コンデンサーは図3に示す如き回路構成のコンデンサーを直列に配置したものと等価になる。 $C_B$ 、 $C_F$ はそれぞれ緩和層と強誘電体の容量である。 $A_B$ 間に電圧 $VO$ をかけたとき $C_B$ 、 $C_F$ にかかる電圧を夫々 $VB$ 、 $VF$ とし、蓄積電荷量を $Q$ とすると、

バイスを創作したものであり、分極反転にともなう膜疲労を減少させることができることにより、例えばそれを利用するメモリー素子の書き換え可能回数が増加でき、又、外部電界が0のときの界面での応力が緩和されるためデータ保持時間が長くなるような利点を有するものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来用いられている強誘電体デバイスの構造の一例を示す説明図である。

【図2】本発明にかかる強誘電体デバイスの一実施例としてコンデンサーを示す説明図である。

【図3】図2に示す強誘電体デバイスの等価回路図である。

【図4】本発明にかかる強誘電体コンデンサーを半導体基板上に設けた今一つの実施例を示す説明図である。

【図5】本発明にかかる強誘電体コンデンサーをトランジスタと共に半導体基板上に設けた他の実施例を示す説明図である。

【符号の説明】

1 導電体電極

2 強誘電体

3 中間層

4 半導体基板

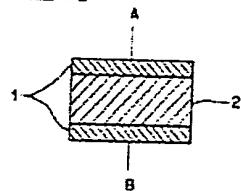
5 絶縁膜

6 酸膜層

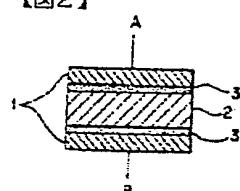
7 不純物注入層  
8 ゲート電極

9 ゲート酸化膜

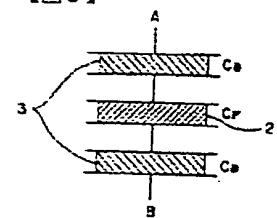
【図1】



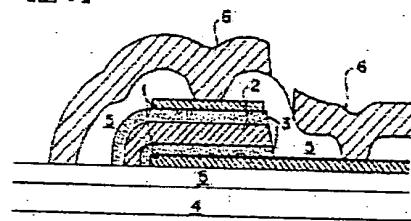
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

